

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-005908

(43)Date of publication of application : 12.01.1996

(51)Int.Cl. G02B 13/04
G02B 13/18

(21)Application number : 06-142844

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 24.06.1994

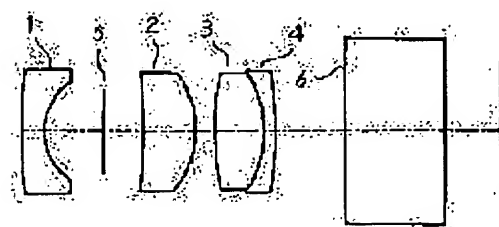
(72)Inventor : TANITSU MASAHIKO

(54) WIDE-ANGLE LENS

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce chromatic aberrations by forming a front group lens of a concave plastic lens and a rear group lens of a combined glass lens.

CONSTITUTION: The wide-angle lens has the four-element constitution of a 1st lens 1 which is a plastic lens in a meniscus lens shape having a concave surface on the image plane side and has negative focal length, and a 2nd lens 2, a 3rd lens 3, and a 4th lens 4 which are plastic lenses in meniscus lens shapes having concave surfaces on the object plane sides and have positive focal length, and the 3rd lens 3 and 4th lens 4 are combined together into a glass lens. Further, the shape of the 2nd lens 2 is specified satisfying $-3 < B_2 < -1$ on the basis of the bending coefficient B defined by $B = (R_b + R_a) / (R_b - R_a)$. In the equation, R_a is the object-side radius of curvature of a lens and R_b is the image-side radius of curvature.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.03.2003

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-5908

(43) 公開日 平成8年(1996)1月12日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 13/04
13/18

識別記号

D

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-142844

(22) 出願日 平成6年(1994)6月24日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 谷津 雅彦

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所映像メディア研究所内

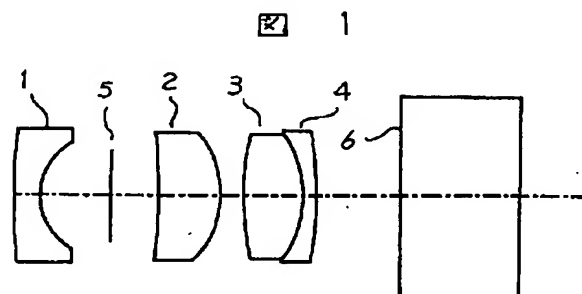
(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

(54) 【発明の名称】 広角レンズ

(57) 【要約】

【構成】 物体側より順に、凹レンズと、大きな空気空間をおいて凸レンズと凸レンズと凹レンズを備えたレンズ系において、第1レンズ1と第2レンズ2をプラスチックレンズとし、第3レンズ3と第4レンズ4を貼り合わせガラスレンズとすることによって、色収差及び諸収差を良好に補正した広角レンズ。

【効果】 本発明によれば、レンズ枚数4枚で収差性能及び色収差性能が良好な広角レンズを実現でき、レンズ系の簡素化・小形化及び高解像度化を達成できる。また、レンズ玉2枚をプラスチックレンズ玉にでき、低コスト化も達成できる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】物体側より順に、負の焦点距離を有する第 1 レンズ (1) と、大きな空気空間を有する、正の焦点距離を有する第 2 レンズ (2) と、正の焦点距離を有する第 3 レンズ (3) と、負の焦点距離を有する第 4 レンズ (4) を備えたレンズ系において、上記第 1 レンズ (1) 及び、第 2 レンズ (2) をプラスチックレンズとし、第 3 レンズ (3) と第 4 レンズ (4) を貼り合わせガラスレンズとしたことを特徴とする広角レンズ。

【請求項 2】前記第 1 レンズ (1) が像面側に凹面を向けたメニスカスレンズ形状の負の焦点距離を有するレンズ、前記第 2 レンズ (2) が物面側に凹面を向けたメニスカスレンズ形状の正の焦点距離を有するレンズであることを特徴とする請求項 1 記載の広角レンズ。

【請求項 3】前記第 2 レンズ (2) のベンディング係数を B_2 とするとき、以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 記載の広角レンズ。

$$-3 < B_2 < -1$$

但し、ベンディング係数 B は、レンズ玉の物側の曲率半径 R_a と像側の曲率半径 R_b を用いて、 $B = (R_b + R_a) / (R_b - R_a)$ で定義する。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は広角レンズに関する。この広角レンズは、CCD カメラに搭載することができ、セキュリティ分野での監視カメラ、自動車の後部監視用カメラ、鉄道・航空機・船舶等の乗り物類の内外監視用カメラ、屋内・屋外での観察用カメラ、防犯カメラ等に広く利用できる。更に、小形の広角レンズを搭載したボードカメラは、テレビ電話機やテレビ会議システム、テレビドアホンといった画像伝送が主目的のツールはもとより、パソコン・ワークステーションへの内蔵といった分野に広く利用できる。

【0002】

【従来の技術】従来より比較的広画角の撮影レンズには負の屈折力の前群と正の屈折力の後群の 2 つのレンズ群を配置したいわゆるレトロフォーカス型を採用したものが多い。レトロフォーカス型の撮影レンズはバックフォーカスを長く採れる長所があり前群で発散させた光束を後群で収束させるレンズ構成を採っている為に球面収差や非点収差、歪曲収差等の軸外収差の発生量が多い。一般にこれらの諸収差を良好に補正するのはレンズ構成が非対称である為、対称に近いガウス型の撮影レンズに比べると大変難しい。

【0003】特に F ナンバーを小さくし大口径比化を図ろうとすると高次の球面収差が多く発生し又像面湾曲が大きくなり画面全体の像面の平坦性が崩れ更に歪曲収差が負の方向へ著しく増大している。

【0004】明るさ及び撮影画角を一定に保ちつつ良好

2

なる光学性能を得るには例えばレンズ枚数を増加させるか、あるいは前群と後群の双方の屈折力を弱める方法がある。しかしながら、これらの方法はいずれもレンズ全長が長くなりレンズ系全体が大型化してくる。又バックフォーカスを十分長く採る為には前群と後群との距離を増大させれば良いが、あまり増大させるとレンズ全長が長くなり撮影レンズの小型化を図るのが困難になってくる。

【0005】F ナンバー 2.8、撮影画角 37°~38°でレンズ枚数が比較的少ない 5 枚で構成したレトロフォーカス型の撮影レンズが例えば特開昭 54-12723 号公報、特開昭 57-163212 号公報中に記載されている。

【0006】しかしながら、これらの公報で提案されている撮影レンズは、レンズ枚数を少なくした為に画面中間にかけて色のコマ収差や非点収差が残存しており、又画角が大きくなるにつれて倍率色収差が増大している。

【0007】これらの問題点を非球面を用いることによって解決した広角レンズが特開昭 62-78520 号公報中に記載されている。しかしながら、この特開昭 62-78520 号公報で提案されている非球面を有した広角レンズは、F ナンバーがいぜんとして 2.8 と大きく、大口径比化は達成されていなかった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】出願人は、前後群の焦点距離の規定及び、非球面プラスチックレンズの導入によって、F ナンバー 1.8 を達成した広角レンズを特開平 2-208617 号公報で提案している。この中では、凹レンズの前群と凸レンズ・凹レンズ・凸レンズの後群で構成されたレンズ枚数 4 枚の実施例と、凹レンズの前群と凸レンズ (アッベ数 70) ・凸レンズの後群で構成されたレンズ枚数 3 枚の実施例を載せている。

【0009】ところで、色収差補正の基本は各レンズ群にアッベ数の異なる凹凸レンズを用いることであるが、前群が 1 枚レンズである場合は、軸上色収差と倍率色収差の補正を独立に行うことができない。例えば、特開平 2-208617 号公報の第 3 実施例での軸上色収差 0.040mm、倍率色収差 0.017mm (像高 2.0mm) である。一方、1/3 インチ CCD センサでも高画素用では画素数が 40 万個を超える現状では、低画素数 CCD センサから高画素数 CCD センサまで撮影レンズが共通に使用できる為には、色収差を低減することが課題となる。

【0010】また、高画素数 CCD センサ対応とする為には、画面最周辺部の収差についても改善することが課題となる。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために本発明は、前群レンズ構成を凹プラスチックレンズとし、後群レンズ構成を物側に凹面を向けたメニスカス

3

形状の凸プラスチックレンズと凸・凹ガラス貼り合わせガラスレンズとしたことである。更に、数1式で定義したベンディング係数Bをもとに、第2レンズの形状を数2式の条件を満足するように特定したことである。

【0012】

【数1】 $B = (R_b + R_a) / (R_b - R_a)$

但し、 R_a はレンズ玉の物側の曲率半径、 R_b は像側の曲率半径である。

【0013】

【数2】 $-3 < B_2 < -1$

この他の本発明の特徴は作用において記載される。

【0014】

【作用】本発明の作用を図1をもとに説明する。

【0015】図1は、本発明を適用した広角レンズのレンズ構成を表す図である。

【0016】同図においては、1はプラスチックレンズで負の焦点距離を有する第1レンズ、2はプラスチックレンズで正の焦点距離を有する第2レンズ、3はガラスレンズで正の焦点距離を有する第3レンズ、4はガラスレンズで負の焦点距離を有する第4レンズ、5は絞り、6はフィルター・フェイスプレート等を1つにまとめた平行平板である。物体側より順に、像面側に凹面を向けたメニスカスレンズ形状の第1レンズ1、大きな空気空間を有する、物面側に凹面を向けたメニスカスレンズ形状の第2レンズ2、第3レンズ3、第4レンズ4のレンズ構成4枚であり、第3レンズ3と第4レンズ4を貼り合わせガラスレンズとしている。

【0017】本発明においては、前述のレンズ構成で広角レンズを構成すると共に前述の条件を満足させることによって、大口径比でしかもレンズ枚数4枚以下という簡素化、更に、色収差性能・画面最周辺部の収差の改善を図った広角レンズを達成している。

【0018】実施例で数値を示すが、焦点距離が4.7～6.3mmと小さい広角レンズの場合、バックフォーカスを確保するために撮影レンズをレトロフォーカス型とする必要がある。レトロフォーカス型の撮影レンズでは絞りより前方の遠く離れたところに配置した負の第1レンズ群での軸上光線の光線高さが小さく、逆に、主光線の光線高さが大きくなっている。そして後方で絞りのすぐ後ろに配置した第2レンズ群での軸上光線の光線高さが大きく、逆に、主光線の光線高さが小さくなっている。従って、軸上光線の光線高さが大きい第2レンズ群で主に軸上色収差が発生し、主光線の光線高さが大きい第1レンズ群で主に倍率色収差が発生する。すなわち、軸上色収差と倍率色収差を同時に補正するためには、第1レンズ群と第2レンズ群に凹レンズと凸レンズを組み合わせる用いることが必要となる。しかしながら、レンズ枚数が増えると、レンズ全体が大きくなり、長くなってしまふ。通常は、第1レンズ群を凹レンズ1枚で構成し、この上で軸上色収差と倍率色収差のバランスを取って

4

る。例えば、凹レンズの第1レンズ群と、凸レンズ・凹レンズ・凸レンズの第2レンズ群で構成された特開平2-208617号公報の第3実施例では、軸上色収差0.040mm、倍率色収差0.017mm（像高2.0mm）である。

【0019】従って、高画素数センサと組み合わせて用いる場合は、色収差性能の改善が必要となる。しかし、凸レンズ・凹レンズ・凸レンズという第2レンズ群構成で色収差補正を行うと、第2レンズ群の各レンズ玉の屈折力が強くなり過ぎ、単色の収差自体が劣化してしまう。また、仮に軸上色収差が低減できても、主光線高さが小さい第2レンズ群では倍率色収差がなかなか低減できない。そこで、第2レンズ群の中でも少しでも主光線の光線高さが大きい、絞りから離れたレンズを凹レンズとする為に、第2レンズ群のレンズ構成を凸レンズ・凸レンズ・凹レンズとすることが必要となる。このとき逆に、この凹レンズでの軸上光線の光線高さが小さくなるので、軸上色収差の補正効果は小さくなる。従って、色収差補正の為に第2レンズ群内の各レンズ玉の屈折力を大きくすることが必要となる。このとき、凸レンズと凹レンズをガラスの貼り合わせレンズとすることによって、この凸レンズでの光線の全反射を防止することが必要となる。例えば、実施例1に以下示すレンズデータで凸レンズ（第3レンズ）と凹レンズ（第4レンズ）の間に間隔0の空気層を挿入すると、F1.8の軸上光線が凸レンズの像側のレンズ面で全反射を起こしてしまう。また、実施例4に示したF2/8のレンズデータで同様に凸レンズ（第3レンズ）と凹レンズ（第4レンズ）の間に間隔0の空気層を挿入すると、今度は周辺に向かう光束で凸レンズの像側のレンズ面で全反射を起こす光線が生じた。

【0020】また、小形の広角レンズではレンズ玉径が小さくなるので、ガラスレンズ玉の研磨加工が困難となりコストが上昇する。当初の目的は、このレンズ径の小さなガラスレンズ玉をプラスチック化し、低コスト化及びプラスチックレンズ面上の非球面効果によってレンズ枚数自体も少なくすることであった。特に曲率半径が小さい第1レンズ1のプラスチック化が最大の目的であった。

【0021】しかし、プラスチックレンズを使用する場合は、凹と凸のプラスチックレンズを組み合わせる用いる温度補償が必要となるので、残りの第2レンズ2がプラスチックレンズと定まる。

【0022】以上が本発明の基本レンズ構成についての説明である。次に、プラスチックレンズである第2レンズ2の形状についての説明を行う。

【0023】温度補償を第1レンズ1と第2レンズ2で行う為には、軸上光線の光線高さが小さい第1レンズ1の屈折力を大きくし、軸上光線の光線高さが大きい第2レンズ2の屈折力を小さくする必要がある。しかしなが

5

ら、第1レンズ1の屈折力を大きくすると必然的に第2レンズ2での軸上光線の光線高さが大きくなるので、逆に、温度補償の為に第1レンズ1の屈折力を小さくすることが望ましい。一方、一定量のバックフォーカスを確保する為に、第1レンズ1の屈折力はあまり小さく出来ない。そこで、第2レンズ2の屈折力を小さくし温度補償を行う必要がある。

【0024】また、第2レンズ群は見かけ上、凸レンズ2枚の基本構成となるので、収差補正の点で第2レンズ群の屈折力を約2等分することが望ましい。また、特開平2-208617号公報の第3実施例を例にとると、第2レンズ群の横倍率が0.8倍なので、第2レンズ2の形状は物側に凹面を向けたメニスカス形状の凸レンズとすることが必要となる。具体的には、数2式の条件を満足するように第2レンズ2のベンディング係数 B_2 を規定することによって、良好な収差補正が可能となる。

【0025】

【実施例】以下、本発明の実施例として、F1.8で画*

f=4. 70		F _{No} =1 : 1. 93		2W=81. 7°	
S	r	d	N	ν	
1	19. 393	0. 980	1. 49200	57. 9	
2	2. 525	2. 621			
3	(絞り)	1. 780			
4	-17. 360	2. 230	1. 49200	57. 9	
5	-4. 203	0. 900			
6	10. 525	2. 205	1. 71300	53. 9	
7	-4. 389	0. 500	1. 84666	23. 9	
8	-13. 966	3. 000			
9	∞	4. 500	1. 52307	58. 5	
10	∞				

第1面は非球面であり、数3式の係数は以下の通りである。

【0027】 $K=45.99$ $A_4=-1.982 \times 10^{-3}$ $A_6=-2.677 \times 10^{-4}$ ※

f=6. 33		F _{No.} =1 : 1. 94		2W=56. 2°	
S	r	d	N	ν	
1	6. 356	1. 200	1. 49200	57. 9	
2	2. 695	1. 900			
3	(絞り)	1. 780			
4	-17. 360	2. 230	1. 49200	57. 9	
5	-4. 203	0. 900			
6	26. 192	2. 235	1. 71300	53. 9	
7	-4. 500	0. 500	1. 84666	23. 9	
8	-9. 681	3. 000			
9	∞	4. 500	1. 52307	58. 5	
10	∞				

第1面は非球面であり、数3式の係数は以下の通りである。

【0028】 $K=2.973$ $A_4=-4.801 \times 10^{-3}$ $A_6=-2.772 \times 10^{-4}$ $A_{10}=2.021 \times 10^{-5}$

f=6.32 $F_{No}=1:1.93$ 2W=56.1°

6

*角 $56^\circ \sim 82^\circ$ の広角レンズの数値実施例と、画角 76° で歪曲収差を良好に補正したF2.8の広角レンズの数値実施例を示す。数値実施例において r_i は物体側より順に第i番目のレンズ面 S_i の曲率半径、 d_i はレンズ面 S_i からレンズ面 S_{i+1} の間の光軸上の距離、 N_j と ν_j はそれぞれ物体側より順に第j番目のレンズの屈折力とアッペ数である。画角は実光線で表した。また、非球面形状は、光軸方向のサグ量Zで表され、光軸からの高さy、近軸の曲率半径r、円錐定数K、4次、6次、8次、10次の非球面項の係数を用い、数3式で定義される。

【0026】

【数3】 $Z = (y^2/r) / \{1 + \sqrt{1 - (K + 1)y^2/r^2}\} + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$
(記号： $\sqrt{\quad}$ は、 \quad 内の量に就き平方根を取ることを意味する)

〔数値実施例 1〕

※ $A_8=6.021 \times 10^{-5}$ $A_{10}=-6.110 \times 10^{-6}$

〔数値実施例 2〕

※ $A_8=1.178 \times 10^{-3}$ $A_{10}=2.021 \times 10^{-5}$

〔数値実施例 3〕

7				8
S	r	d	N	ν
1	4.868	0.980	1.49200	57.9
2	2.443	2.590		
3	(絞り)	2.000		
4	-9.177	2.250	1.49200	57.9
5	-4.070	1.500		
6	10.449	2.305	1.71300	53.9
7	-4.900	0.500	1.84666	23.9
8	-18.778	5.000		
9	∞	4.500	1.52307	58.5
10	∞			

〔数値実施例 4〕

$f=4.16$		$F_{No.}=1:2.87$		$2W=75.6^\circ$	
S	r	d	N	ν	
1	4.618	0.980	1.49200	57.9	
2	1.763	2.550			
3	(絞り)	1.850			
4	-7.679	2.480	1.49200	57.9	
5	-3.308	0.200			
6	11.681	2.960	1.71300	53.9	
7	-4.200	0.500	1.84666	23.9	
8	-11.392	3.000			
9	∞	4.500	1.52307	58.5	
10	∞				

第1面は非球面であり、数3式の係数は以下の通りである。

〔0029〕 $K=0.6786$ $A_4=3.807 \times 10^{-3}$ $A_6=-5.452 \times 10^{-4}$

$A_8=1.201 \times 10^{-4}$ $A_{10}=-5.916 \times 10^{-6}$

第5面も非球面であり、数3式の係数は以下の通りである。

〔0030〕 $K=-0.1739$ $A_4=-3.144 \times 10^{-5}$ $A_6=3.164 \times 10^{-4}$

$A_8=-5.598 \times 10^{-5}$ $A_{10}=3.454 \times 10^{-6}$

また、数2式の条件に対する本発明の数値実施例との関*

実施例No.	f_2 (mm)	$f_{3,4}$ (mm)
1	10.7	10.6
2	10.7	12.1
3	13.0	11.9
4	10.0	10.2

また、本発明の改善点である色収差補正効果についても、以下に示す。

実施例No.	軸上色収差 (mm)	倍率色収差 (mm)
1	-0.017	0.013 (像高2.2mm)
2	0.008	0.013 (像高2.3mm)
3	-0.026	0.003 (像高2.3mm)
4	0.019	0.014 (像高2.3mm)

撮影距離2mでの各数値実施例に関する収差図を図2、50図4、図6に示す。左側の2列がコマ収差図であり、下

*係は、以下の通りである。

〔0031〕

実施例No.	B_2
1	-1.64
2	-1.64
30	-2.59
4	-2.51

一方、第2レンズの焦点距離 f_2 と第3・4貼り合わせレンズの焦点距離 $f_{3,4}$ の各数値実施例での値は以下の通りであるが、第2レンズ群の屈折力を約2等分していることが分かる。

〔0032〕

※〔0033〕

※

9

から順に相対像高0, 0.3, 0.6, 0.9, 1の各5ポイントでのコマ収差を表す。残りは球面収差、正弦条件、非点収差そして、歪曲収差をそれぞれ表している。収差図座標の最大値は、コマ収差・球面収差・正弦条件が $\pm 0.1\text{mm}$ 、非点収差が $\pm 0.2\text{mm}$ 、歪曲収差が $\pm 10\%$ である。これらの収差図から明らかなように、各実施例のレンズは性能良好であることが分かる。

【0034】また、各数値実施例では、カラー用ビデオカメラ対応のレンズ構成図及び収差図を示したが、白黒用ビデオカメラ対応でも良好な性能を実現できることは当然である。例として、数値実施例1の平行平板6をフェースプレート7(BK77厚さ0.8mm)に置換した白黒用ビデオカメラ対応でのレンズ構成図及び収差図を図9、図10に示す。

【0035】以上、プラスチックレンズを第1レンズ1と第2レンズ2に使用した本発明について説明したが、当然、プラスチックレンズをガラスレンズとしても、良好な性能が得られることは言うまでもない。

【0036】

【発明の効果】本発明の方法によれば、Fナンバー1.8~2.8、画角56~82°程度の良いに収差補正を行った写真用やビデオカメラ等に好適な広角レンズを達成することができる。特に、色収差性能も改善できるので高解像度用の高画素数センサに対応可能な広角レンズを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の数値実施例1のレンズ構成図である。

【図2】本発明の数値実施例1のd線に対するコマ収

10

差、球面収差、正弦条件、非点収差、歪曲収差を表す収差図である。

【図3】本発明の数値実施例2のレンズ構成図である。

【図4】本発明の数値実施例2のd線に対するコマ収差、球面収差、正弦条件、非点収差、歪曲収差を表す収差図である。

【図5】本発明の数値実施例3のレンズ構成図である。

【図6】本発明の数値実施例3のd線に対するコマ収差、球面収差、正弦条件、非点収差、歪曲収差を表す収差図である。

【図7】本発明の数値実施例4のレンズ構成図である。

【図8】本発明の数値実施例4のd線に対するコマ収差、球面収差、正弦条件、非点収差、歪曲収差を表す収差図である。

【図9】本発明の数値実施例1を白黒ビデオカメラ対応としたレンズ構成図である。

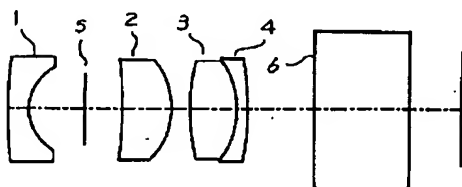
【図10】本発明の数値実施例1を白黒ビデオカメラ対応レンズと下場合のd線に対するコマ収差、球面収差、正弦条件、非点収差、歪曲収差を表す収差図である。

【符号の説明】

- 1…第1レンズ、
- 2…第2レンズ、
- 3…第3レンズ、
- 4…第4レンズ、
- 5…絞り、
- 6…平行平板、
- 7…フェースプレート。

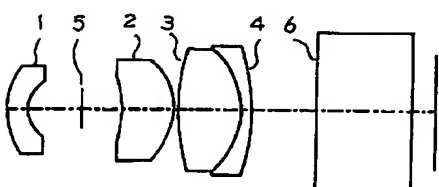
【図1】

図 1



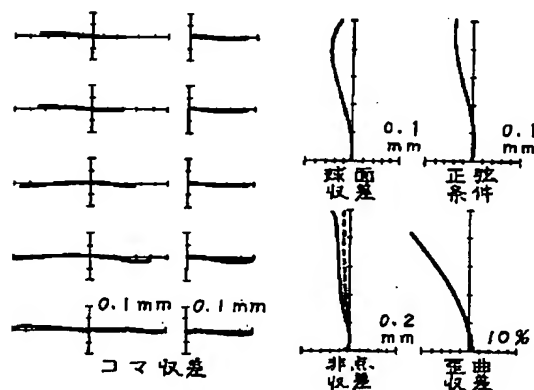
【図7】

図 7



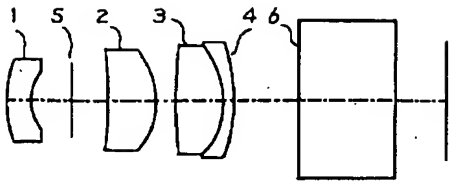
【図2】

図 2



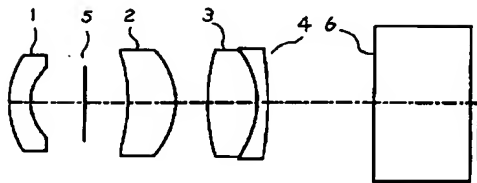
【図3】

図 3



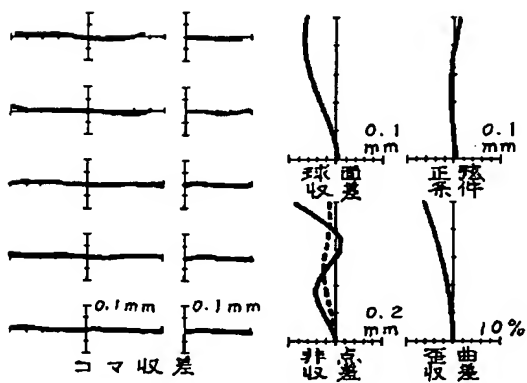
【図5】

図 5



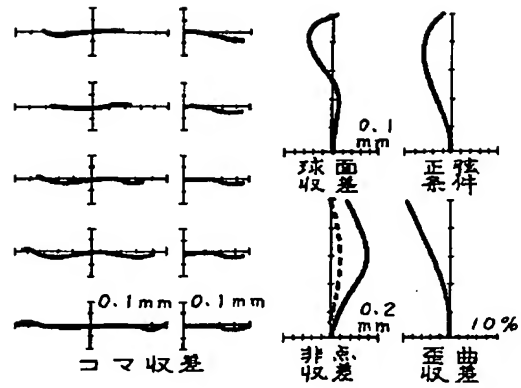
【図8】

図 8



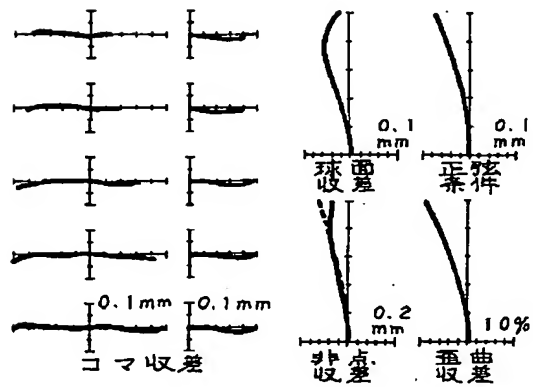
【図4】

図 4



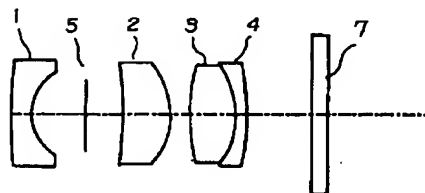
【図6】

図 6



【図9】

図 9



【図10】

図 10

